

D6

# LINEAR ACTUATOR

Publication number: JP2001028873 (A)

Publication date: 2001-01-30

Inventor(s): KIRIYAMA HIROYUKI; KAWANO SHINICHIROU; AKAZAWA TERUYUKI +

Applicant(s): MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD +

Classification:

- international: H02K1/17; H02K33/00; H02K41/03; H02K1/12; H02K33/00; H02K41/03; (IPC-17): H02K1/17; H02K33/00; H02K41/03

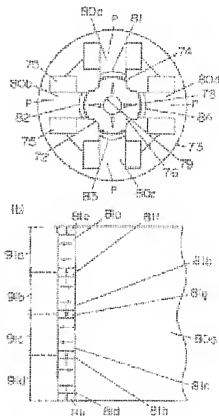
- European:

Application number: JP19990197053 19990712

Priority number(s): JP19990197053 19990712

## Abstract of JP 2001028873 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To form a high-efficiency and high-output linear actuator by a method wherein permanent magnets which have polarities in a direction perpendicular to the polarity of a main magnet are arranged in both end parts of a permanent magnet, and the amount of magnetic fluxes generated by the permanent magnets is increased. **SOLUTION:** In a stator 73, a plurality of annular flat rolled magnetic steel sheets are laminated in its axial direction, teeth 80a to 80d are arranged radially by keeping an interval, and magnet sets 81, 82, 83, 84 which are provided with four poles are fixed, in the axial direction to the face facing a moving element 72 of the teeth 80a at the stator 73. Then, the magnet set 81 in which permanent magnets are piled up in the axial direction and which is installed at the teeth 80a is constituted of main magnets 81a to 81d and auxiliary magnets 81e to 81i as viewed from the axial direction of the stator, and the amount of a magnetic flux generated by the magnet 81 is increased. As a result, it is possible to obtain this linear actuator whose efficiency is high and whose output is high.



Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-28873

(P2001-28873A)

(43) 公開日 平成13年1月30日 (2001.1.30)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テラード (参考)
H 0 2 K	41/03	H 0 2 K 41/03	A 5 H 6 2 2
	1/17	1/17	5 H 6 3 3
	33/00	33/00	A 5 H 6 4 1

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-197053

(22) 出願日 平成11年7月12日 (1999. 7. 12)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 桐山 博之

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 川野 慎一郎

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外 2 名)

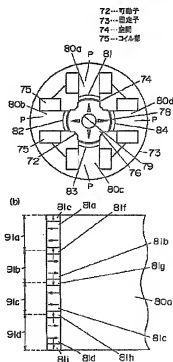
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リニアアクチュエータ

(57) 【要約】

【課題】 リニアアクチュエータにおいて、永久磁石により発生する磁束量を大きくすることによって、同一電流で発生する推力を最大にできる高効率、高出力なリニアアクチュエータを提供する。

【解決手段】 メイン磁石 81a の両端部に、メイン磁石 81a の磁極方向と直角方向に補助磁石 81e、81f を配置することで、永久磁石による発生磁束量が大きくなる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 コイル部および永久磁石を備えた固定子と、磁性体部を備える可動子と、前記コイル部で発生する磁束と前記永久磁石で発生する磁束との相互作用により、前記可動子が環状固定子内で往復運動するリニアアクチュエータであって、前記固定子の極に配設した永久磁石は、メイン磁石とこのメイン磁石の端部に配置した補助磁石から成り、補助磁石の磁極方向はメイン磁石の磁極方向に対して略直角であるリニアアクチュエータ。

【請求項2】 補助磁石はメイン磁石の軸方向端部に配置した請求項1記載のリニアアクチュエータ。

【請求項3】 補助磁石はメイン磁石の半径方向端部に配置した請求項1記載のリニアアクチュエータ。

【請求項4】 補助磁石は固定子端面よりも軸方向外側に配置した請求項2記載のリニアアクチュエータ。

【請求項5】 コイル部および永久磁石を備えた環状固定子と、磁性体部を備える可動子と、前記コイル部で発生する磁束と前記永久磁石で発生する磁束との相互作用により、前記可動子が環状固定子内で往復運動するリニアアクチュエータであって、前記固定子の極に配設した永久磁石は極異方性の永久磁石であるリニアアクチュエータ。

【請求項6】 永久磁石を固定子端面よりも軸方向外側に配置した請求項5記載のリニアアクチュエータ。

【請求項7】 永久磁石を固定子に埋め込んだ請求項1～6いずれか1項に記載のリニアアクチュエータ。

【請求項8】 永久磁石のいずれかは平板磁石である請求項1～7いずれか1項に記載のリニアアクチュエータ。

【請求項9】 請求項1または請求項5記載のリニアアクチュエータを利用する圧縮機。

【請求項10】 請求項1または請求項5記載のリニアアクチュエータを利用する空調機。

【請求項11】 請求項1または請求項5記載のリニアアクチュエータを利用する冷蔵庫。

【請求項12】 ティース部ごとく巻線を集中させたコイル部を備える固定子と、前記ティース部に永久磁石の磁束が流れるよう永久磁石を配設し、この永久磁石は永久磁石の磁束が前記ティース部正方向に流れる正方向永久磁石部と負方向に流れる負方向永久磁石部とを軸方向に配置したものであり、前記コイル部の通電方向を変えて、前記正方向永久磁石部または前記負方向永久磁石部のいずれか一方の磁極を強め、他方の磁極を弱め、前記コイル部の通電方向を切り替えることで、通電方向を切り替える前、電気磁束により弱められていた磁極が強くなり、強められていた磁極は弱くなる前記ティース部に近い磁性体部を備える可動子は往復運動するリニアアクチュエータであって、前記固定子の極に配設した前記負方向永久磁石部および前記正方向永久磁石部は、メイン磁石とこのメイン磁石の端部に配置した補助

磁石から成り、補助磁石の磁極方向はメイン磁石の磁極方向に対して略直角であるリニアアクチュエータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、リニアアクチュエータに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来のリニアアクチュエータとしては、特表平8-505038号公報に記載のものが知られている。このリニアアクチュエータは、図12に示す同心のデレスコピング方式において配置、構成されるシリンドリカル形状の可動子12およびシリンドリカル形状の固定子13を有し、相関の軸往復移動を行う。固定子13は、可動子12に対して実質上摩擦のない軸移動を行うよう寸法付けられた空間14を有する。可動子12は固定子13と動的に相互作用し、電気エネルギーを機械エネルギーに変換する。可動子12は並列型で、通常2つの間隔を開けて配置されている。

【0003】固定子13は、通常それぞれ4組のティース部を有する。ティース部はそれぞれ放射状に間隔配置された複数の極を有する。1つの群極極は4つの極により限定される。各々の極は、磁石45等の永久磁石を設置している。つまり、4つの群極極があり、各々の群極は極を4つ有する。

【0004】固定子13はさらに、4組の固定子巻線（図示せず）を有する。各固定子巻線は、コイル部31等を形成し、固定子極Pの関連セット上に軸方向に設置されている。各固定子巻線は、ひと続きに接続され、さらに、その端部には電源（図示せず）が接続されていて、通電することにより電磁力が生成されてリニアアクチュエータ11は作動する。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の構成では、永久磁石による磁束の発生量が十分ではなく、巻線に通電する電流量が多いために損耗が増加するといった問題が発生する。

【0006】本発明は、このような従来の課題を解決するものであり、固定子に取り付ける永久磁石にHalbach magnet arrayを適用することにより、従来と同量の永久磁石を用いて永久磁石が発生する磁束量を大きくしている。そして、極中心に磁束を集中させ、同一電流で発生する推力を最大限利用することで高効率で高出力なリニアアクチュエータを提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために本発明は、リニアアクチュエータにおいて、永久磁石の両端部にメイン磁石の極性に對してそれと垂直な方向に極性を持つ永久磁石を配置して構成し、永久磁石が発生する磁束量を大きくすることを特徴とする。

【0008】ここで採用したHalbach magnet arrayについて、図3を用いて説明する。図3(a)は、従来例の磁石配置である。通常はこのようにN極、S極が交互におかれている。磁束は51a、52a、…、51b、52b、…のように流れる。図3

(b)は図3(a)で表されているメイン磁石に対して垂直な方向に磁極を有する磁石である。これらの磁石を、同じ極性が対抗するように配置する。磁束の流れは56a、57a、…、56b、57b、…のようになる。図3(a)の磁石と図3(b)の磁石を組み合わせたのが図3(c)の磁石である。このように、磁極が垂直の関係にある磁石を隣接することによって、52bと57b、53bと58b、54bと59bはそれぞれ強め合い、52aと57a、53aと58a、54aと59aはそれぞれ弱め合う。したがって、図3(c)に示すように、片側の磁力が、通常の磁石配列を取る場合より強くなる。このように任意の方向に対して磁力を強めることができる。

【0009】

【発明の実施の形態】上記の課題を解決するために本発明は、コイル部および永久磁石を備えた固定子と、磁性体部を備える可動子と、前記コイル部で発生する磁束と前記永久磁石で発生する磁束との相互作用により、前記可動子を環状固定子内で往復運動するリニアアクチュエータであって、前記固定子の極に配設した永久磁石は、メイン磁石とこのメイン磁石の端部に配置した補助磁石から成り、補助磁石の磁極方向はメイン磁石の磁極方向に対して略直角であるリニアアクチュエータである。このように各極を構成する永久磁石が、中央のメイン磁石と、その両端部にメイン磁石の磁極方向と直角方向の磁極を有する補助磁石を配置したものでは永久磁石により発生する磁束量を増加させることができるため、同一電流で発生する推力が、より有効に発生するようになる。またさらに、同出力での小型化ができる。従来の磁石配列よりも発生する磁束量が多くなっており、磁束が極中心に集中しているため、永久磁石両端部で生じる磁束の回り込みによる損失分をより低減することができる。なお、補助磁石はメイン磁石の軸方向端部に配置してもよい。

【0010】また、補助磁石は軸方向に配置、半径方向に配置してもよい。さらに、補助磁石をスロット開口に配置することにより、発生する磁束量をより大きくすることができる。また、前記補助磁石を固定子端面よりも軸方向外側に配置してもよい。これにより、発生する磁束量をより大きくすることができる。また、各極を構成する前記永久磁石は、固定子極内に埋め込んで配置してもよい。このとき、永久磁石両端部で生じる磁束の回り込みによる損失分をより低減することができる。

【0011】また、各極を構成する前記永久磁石は、極異方性の永久磁石であってもよい。これにより、永久磁石の総数を少なくすることができる。また、前記永久磁

石を固定子端面よりも軸方向外側に配置してもよい。また、各極を構成する前記永久磁石は、固定子極内に埋め込んで配置してもよい。さらにまた、上記記載のいずれかの永久磁石を平板磁石にする。これにより、上記永久磁石の製造が容易になり、また、コストダウンができる。

【0012】さらに、このリニアアクチュエータを圧縮機に用いるとよい。また、この圧縮機を空調機に用いるとよい。また、この圧縮機を冷蔵庫に用いるとよい。

【0013】

【実施例】(実施例1)以下本発明の実施例について図面を参照して説明する。本発明の実施例は半径方向4極・軸方向4極のリニアアクチュエータに関わるものであるが、極数について限定はない。

【0014】本発明のリニアアクチュエータは、図1に示すように、同心のテレスコーピング方式において配置、構成されるシリンダ形状の可動子72およびシリンダ形状の固定子73を有し、相關の軸往復移動を行う。固定子73は、可動子72に対して実質上摩擦のない軸移動を行うよう寸法付けられた作用片74を有する。可動子72は固定子73と動的に相互作用し、電気エネルギーを機械エネルギーに変換する。

【0015】可動子72を図2において詳細に説明すると、一般に可動子72は直線型で、空室78を備えた磁性体部76、77を軸79に固定しており、磁性体部76、77は間隔を開けて配置され可動子72を形成する。磁性体部76、77は複数の電磁鋼板を軸方向に積層した層体である。

【0016】固定子73は、複数の環状の電磁鋼板を軸方向に積層しており、ティース部80を放射状に間隔配置している。また、ティース部80aの可動子72と対向する面には、軸方向に4つの極を備えた磁石セット81、82、83、84を固定している。軸方向に永久磁石を積重ね、ティース部80aに設けた磁石セット81は、固定子の軸方向から見た図1(b)に示すように、メイン磁石81a〜81d、補助磁石81e〜81iにより構成されている。メイン磁石81aは挟む補助磁石81e、81fの磁極はメイン磁石の磁極方向に対し略直角になっており、Halbach効果によりメイン磁石81aの磁極を強めることができる。つまり、ティース部80aは軸方向に複数の永久磁石を備えており、一つのティース部は群磁極を備えている。

【0017】図1(a)に示す固定子73の断面図を見ると、周方向に隣り合うティース部80a、80bにそれぞれ設けたメイン磁石81aとメイン磁石82aの極性は、可動子73に対して異極となっている。このことは、メイン磁石81bとメイン磁石82b(図示せず：メイン磁石82bはメイン磁石82aと同じ群磁極にあり、軸方向でメイン磁石82bと同じ位置にある)に関しても磁極は異極となっている。

【0018】つまり、固定子73内には4つのティース部80aに対応して群磁極が4つあり、それぞれの群磁極は軸方向の位置が同じであれば、周方向に隣り合うメイン磁石の磁極は異極となる。つまり、群磁極となる磁石セット81のとなり側に配置された磁石セット82、この磁石セット82の反対側に配置された磁石セット84に対してメイン磁石が異極性になっている。固定子73は、ティース部80aに巻線を集中巻きし、コイル部75を設ける。

【0019】このように構成したリニアアクチュエータは、コイル部75に通電することで、電気磁束を発生し、永久磁石より発生する磁束との相互作用により可動子が軸方向に振動する。この時の動作を説明すると、コイル部75に通電することで発生した電気磁束は、ティース部80aを通過して可動子72の方向へ流れると、ティース部80aの可動子対向面に取り付けた磁石セット81を通過しようとする。この時、磁石セット81の永久磁石の磁束方向は軸方向で異なっているため、メイン磁石81a、81cを通過しようとする部分において、ティース部80aを流れる磁束は強め合い、メイン磁石81b、81dを通過しようとする電気磁束は磁束方向が異なるので互いに打ち消し合ってしまう、ティース部80aから発生する磁束は減少になってしまう。つまり、ティース部80aの磁極は軸方向で磁束の強い部分と、磁束の弱い部分があり、このティース部80a軸方向の磁束の強弱に可動子72の磁性体部76、77が引き付けられて可動子は動く。

【0020】また、コイル部の通電を逆方向に切り替えるとティース部80aに流れる電気磁束の磁束方向は逆(可動子からコア外周方向)となり、通電方向を切り替える前、ティース部80aの軸方向で磁束が強かった部分(メイン磁石81a、81c)が弱くなり、逆に通電方向を切り替える前、ティース部80aの軸方向で磁束が弱かった部分は強くなる。このように、ティース部80aの強弱が変わると可動子72が引き付けられる部分も変わるため可動子72がティース部80aの磁束の強いメイン磁石81b、81dに引き付けられる。このように、通電を切り替えることで可動子72を振動する。

【0021】なお、ティース部80aに注目して本実施\*

$$E_a = 3.5 \cdot 5.3 f l (\phi_{max} - \phi_{min}) N c \dots (2)$$

ここで、Ncはコイル毎の巻数に等しい。また、fは周波数を表わす。

【0028】次に誘導電圧およびその結果生じる電磁力を詳細に見ていく。誘導電圧は式(2)で求められる。誘導されたemf  $E_a$ および電機子(または巻線)電流Iaが位相にあると、最大電磁力が生成される。つまり、

$$(P_{em})_{max} = E_a I_a \dots (3)$$

従って、電源Vs(図示せず)に接続されて、電磁力を生成するために巻線に通電することによりリニアアク

\*例のリニアアクチュエータの振動を説明したが、ティース部80b、80c、80dに関して同様の原理で通電方向を変えることで可動子を振動する。ただし、隣り合うティース部80a、80d方向で同じ位置にあるメイン磁石の磁極方向は、逆方向になる。なぜならば、可動子72を通過する磁束が隣り合うティース部と磁性体部77、78で磁極ループを作るのでよい。

【0022】ティース部80aは、図1(b)に示すように、軸方向に4つの固定子区分91a~91dと分けることができる。この固定子区分とは、各メイン磁石の間であり、補助磁石内外どこであってもよい。ティース部に流れる磁束は、磁性体部76、77および固定子極Pの関係により最小磁束 $\phi_{min}$ から最大磁束 $\phi_{max}$ に変化する。

【0023】故に、図4を参照すると、例えば固定子区分91aおよび91c等の2つの固定子区分においては、図4(a)で示すように永久磁石(PM)束は正(N極性)で、一方固定子区分91bおよび91d等の他の2つの固定子区分では図4(b)で示すように永久磁束は負(S極性)である。1つの固定子巻線(図示せず)内の極P毎の総磁束は、図4(c)で示すように、 $+2(\phi_{max} - \phi_{min})$ および $-2(\phi_{max} - \phi_{min})$ 間で変化する。

【0024】図4(a)を参照すると、原動機のストローク長関数としての固定子極内の永久磁束 $\phi$ を図示する永久磁束の正曲線91aが示されている。図4(b)は永久磁束の負曲線91bを示し、一方図4(c)は、極Pと関連のコイル内で誘導された永久磁束 $\phi$ を図示する永久磁束曲線92を示している。

【0025】図4(c)を見ると、PM束はストローク真ん中で零であることが分かる。飽和が無視できるとすると、束の線変化は原動機の位置関数として生じると仮定することができる。従って、調和運動を想定した場合、次のように決められる。

【0026】

$$X = 1/2 (1 + \sin \omega t) \dots (1)$$

故に、4つのコイルが連係した場合の総誘導電圧のrms値は次のようになる。

【0027】

$$E_a = 3.5 \cdot 5.3 f l (\phi_{max} - \phi_{min}) N c \dots (2)$$

ユエータは作動する。

【0029】ここで、本発明のリニアアクチュエータにおいて各極を構成する磁石セット81、82、83、84は、中央のメイン磁石81a等と、その両端部にメイン磁石の磁極方向と直角方向の磁極を有する補助磁石81e、81fを軸方向に配置したものである。

【0030】これにより、磁石セット81等により誘導された永久磁束量を増加させることができるため、結果として $(\phi_{max} - \phi_{min})$ が大きくなる。従って、式(2)および式(3)より明らかなように、同一電流

で発生する推力がより大きくなる。またさらに、同出力では小型化ができる。

【0031】また、従来の磁石配列よりも発生する磁束量が多くなっており、磁束が極中心に集中しているので、永久磁石両端部で生じる磁束の回り込みによる損失分を低減することができる。

【0032】なお、上記リアアクチュエータを圧縮機に用いることで、小型で高効率な圧縮機が得られる。また、このような圧縮機を用いることにより、小型で高効率な空調機が得られる。さらに、このような圧縮機を用いることにより、小型で高効率な冷蔵庫が得られる。

【0033】(実施例2) 図5は実施例2に係るリアアクチュエータを示す断面図である。実施例1と同じ部分は同様の符号を付け説明を省略する。図5(a)は、各極を構成する磁石セット140等は、中央のメイン磁石145〜148と、その両端部にメイン磁石145〜148の磁極方向と直角方向の磁極を有する補助磁石151〜155を半径方向に配置したものである。実施例1と同様の動作および効果が得られるとともに、メイン磁石145〜148両端部で生じる磁束の回り込みによる損失分をより効果的に低減することができる。図5

(b)は、スロットオープンに補助磁石151〜154を配置した場合であり、より効果的に発生する磁束量が增加する。さらにまた、リング磁石を用いてもよい。

【0034】(実施例3) 図6は実施例3に係るリアアクチュエータを示す図である。実施例1と同じ部分は同様の符号を付け説明を省略する。各極を構成する磁石セット160等は、中央のメイン磁石45〜48と、その両端部にメイン磁石165〜168の磁極方向と直角方向の磁極を有する補助磁石171〜175を軸方向に配置し、さらに、磁石セット160等は、固定子端面よりも軸方向外側に配置したものである。第1の実施例と同様の動作および効果が得られるとともに、さらに多くの磁束が得られる。図に示したように補助磁石171および175を固定子端面よりも軸方向外側に配置したとき、最も効果的であるが、この限りではない。

【0035】(実施例4) 図7は実施例4に係るリアアクチュエータを示す。図7(a)は軸方向断面図、図6(b)は要部断面図である。実施例1と同じ部分は同様の符号を付け説明を省略する。各極を構成する磁石セット180等は、固定子73内にメイン磁石195〜198、補助磁石201〜205、195a、195bを設置してもよい。第1の実施例と同様の動作および効果が得られるとともに、固定子極内での漏れ磁束をより有効に低減することができる。さらにまた、永久磁石の設置が簡単になり、組み立てやすく、頑強な固定子機構が得られる。

【0036】(実施例5) 図8は実施例5に係るリアアクチュエータを示す図である。実施例1と同じ部分は同様の符号を付け説明を省略する。各極を構成する磁石

セット210、211、212、213は、極異方性の永久磁石を配置している。第1の実施例と同様の動作および効果が得られるとともに、使用する永久磁石の総数を少なくすることができる。これにより、固定子73の製造が容易となる。

【0037】(実施例6) 図9は実施例6に係るリアアクチュエータのティース部を示す図である。各極を構成する磁石セット220等は、極異方性の永久磁石を配置し、さらに磁石セット220等は、固定子端面よりも軸方向外側に配置したものである。第1の実施例と同様の動作および効果が得られるとともに、さらに多くの磁束が得られる。

【0038】(実施例7) 図10は実施例7に係るリアアクチュエータのティース部を示す図である。各極を構成する磁石セット230等は、固定子極内に設置してもよい。第1の実施例と同様の動作および効果が得られるとともに、永久磁石の設置が簡単になり、組み立てやすく、頑強な固定子機構が得られる。

【0039】(実施例8) 図11は実施例8に係るリアアクチュエータのティース部を示す図である。各極を構成する磁石セット240等は、中央のメイン磁石245、246、247、248と、その両端部にメイン磁石の磁極方向と直角方向の磁極を有する補助磁石251、252、253、254、255を軸方向に配置したものである。この時、メイン磁石、補助磁石は平板磁石を使用している。第1の実施例と同様の動作および効果が得られるとともに、永久磁石の製造が簡単になり、コストダウンができる。

#### 【0040】

【発明の効果】 上記実施例の記載から明らかなように、請求項1、2記載の発明によれば、従来と同量の永久磁石を用いて永久磁石が発生する磁束量を大きくしているため、推力をより多く利用することができる。さらに、従来と同出力のリアアクチュエータを小型軽量で構成することができる。以上の結果、高効率で高出力なリアアクチュエータを提供することができる。

【0041】さらに、請求項3記載の発明においても、上記と同様の効果が得られるとともに、スロットオープンに補助磁石を配置することにより、発生する磁束量をより大きくすることができる。

【0042】さらに、請求項4記載の発明においても、上記と同様の効果が得られるとともに、補助磁石を固定子端面よりも軸方向外側に配置することにより、発生する磁束量をより大きくすることができる。

【0043】さらに、請求項5記載の発明においても、上記と同様の効果が得られるとともに、固定子極内での漏れ磁束をより有効に低減することができる。さらにまた、永久磁石の設置が簡単になり、組み立てやすく、頑強な固定子機構が得られる。

【0044】さらに、請求項6記載の発明においても、

上記と同様の効果が得られるとともに、極異方性の永久磁石を使用することにより、永久磁石の総数を少なくすることができる。

【0045】さらに、請求項7記載の発明においても、上記と同様の効果が得られるとともに、永久磁石端面を固定子端面よりも軸方向外側に配置することにより、発生する磁束量をより大きくすることができる。

【0046】さらに、請求項8記載の発明においても、上記と同様の効果が得られるとともに、固定子極内での漏れ磁束をより有効に低減することができる。さらにまた、永久磁石の設置が簡単になり、組み立てやすく、頑強な固定子機構が得られる。

【0047】さらに、請求項9記載の発明においても、上記と同様の効果が得られるとともに、平板の永久磁石端面を用いることにより、永久磁石の製造が容易になり、また、コストダウンができる。

【0048】また、請求項10記載の発明においては、上記発明のリニアアクチュエータを用いることにより、小型で高効率な圧縮機が得られる。

【0049】さらに、請求項11記載の発明においては、上記発明の圧縮機を用いることにより、小型で高効率な空調機が得られる。

【0050】さらに、請求項12記載の発明においては、上記発明の圧縮機を用いることにより、小型で高効率な冷蔵庫が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a) 実施例1の固定子の断面図

(b) 同ティース部の軸方向の断面図

【図2】同可動子の斜視図

【図3】Halbach magnet arrayの\*30

# \* 説明図

【図4】(a) 永久磁石の正曲線を示す図

(b) 永久磁石の負曲線を示す図

(c) 永久磁石の磁束曲線を示す図

【図5】(a) 実施例2のリニアアクチュエータの断面図

(b) 実施例2のリニアアクチュエータの断面図

【図6】(a) 実施例3ティース部の軸方向から見た図

(b) 実施例3のティース部の断面図

【図7】(a) 実施例4ティース部の軸方向から見た図

(b) 実施例4のティース部の断面図

【図8】(a) 実施例5のリニアアクチュエータの断面図

(b) 実施例5ティース部の軸方向から見た図

【図9】(a) 実施例6のティース部の断面図

(b) 実施例6ティース部の軸方向から見た図

【図10】(a) 実施例7のティース部の断面図

(b) 実施例7ティース部の軸方向から見た図

【図11】(a) 実施例8のティース部の断面図

(b) 実施例8ティース部の軸方向から見た図

【図12】(a) 従来の固定子の断面図

(b) 同ティース部の軸方向の断面図

【符号の説明】

72 可動子

73 固定子

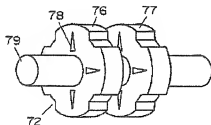
81、82、83、84 磁石セット

80a、80b、80c、80d ティース部

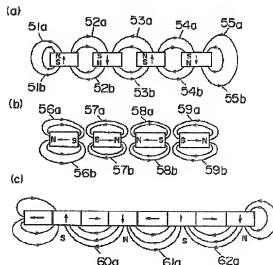
81a、81b、81c、81d メイン磁石

81e、81f、81g、81h、81i 補助磁石

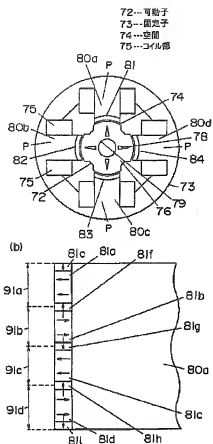
【図2】



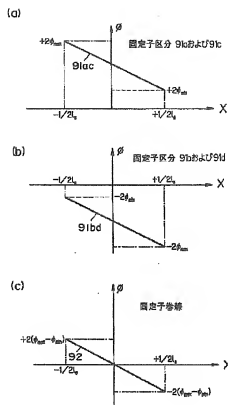
【図3】



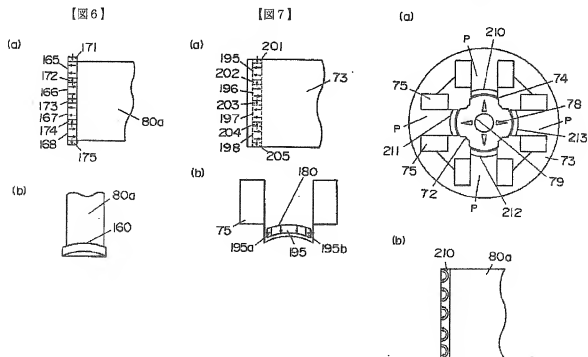
【図1】



【図4】

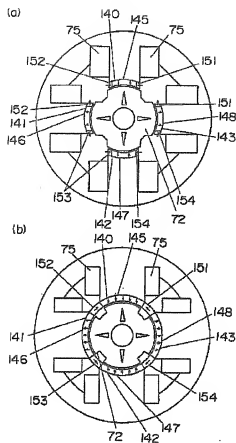


【図8】

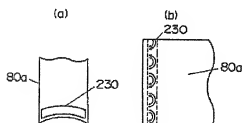




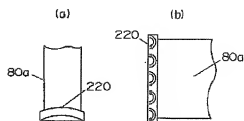
【図5】



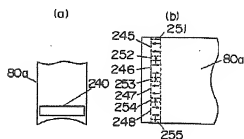
【図10】



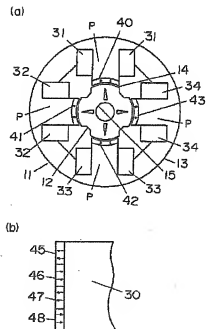
【図9】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 赤澤 輝行  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

F ターム (参考) 5H622 AA03 CA02 CA05 CA10 CA13  
CB02 CB03 CB04  
5H633 BB07 BB11 GG02 GG04 GG09  
HH02 HH04 HH05 HH06 HH07  
HH08 HH10 HH12 HH13 HH15  
HH18 HH25  
5H641 BB10 GG02 GG08 HH02 HH09  
HH12 HH17 HH20